

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年12月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-350405

[ST.10/C]:

[JP2002-350405]

出 願 人

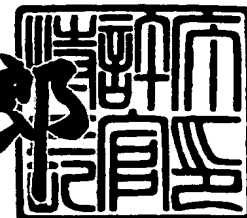
Applicant(s):

アジレント・テクノロジー株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3037947

【書類名】 特許願

【整理番号】 40030043

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 27/26

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市高倉町 9 番 1 号 アジレント・テクノロジー株式会社内

 【氏名】 岩▲崎▼ 裕行

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市高倉町 9 番 1 号 アジレント・テクノロジー株式会社内

 【氏名】 平松 友信

【特許出願人】

 【識別番号】 000121914

 【氏名又は名称】 アジレント・テクノロジー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105913

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 加藤 公久

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042745

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0200972

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 容量測定システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定端子を接続する複数の入出力端子と、
電圧または電流を供給するソースメジャーユニットと、
インピーダンス測定機能を備えた容量測定ユニットと、
前記複数の入出力端子と、前記ソースメジャーユニットと、前記容量測定ユニットとの間の接続を行うスイッチマトリクスと
を備えたテストヘッドを有する容量測定システム。

【請求項 2】

前記テストヘッドは、前記ソースメジャーユニットと前記容量測定ユニットと前記スイッチマトリクスを制御するテストヘッドコントローラを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の容量測定システム。

【請求項 3】

前記テストヘッドは、前記容量測定ユニットの校正端子と、前記スイッチマトリクスの外部接続端子を備え、

前記容量測定ユニットと前記スイッチマトリクスは、該校正端子と該外部接続端子を介して接続される請求項 1 または 2 に記載の容量測定システム。

【請求項 4】

前記容量測定ユニットは、前記被測定素子のインピーダンスの絶対値と位相とを前記テストヘッドコントローラに送信することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の容量測定システム。

【請求項 5】

前記テストヘッドに接続され、前記テストヘッドコントローラを制御する外部コントローラを備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の容量測定システム。

【請求項 6】

前記容量測定ユニットは、前記被測定素子のインピーダンスの実部と虚部の値

を前記テストヘッドコントローラに送信することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載の容量測定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体プロセスモニターに関し、より詳細には、半導体製造プロセスにおける容量測定を、高精度且つ高速に測定するシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体の酸化膜容量評価などの半導体製造プロセスにおける容量測定時には、図 4 に示されるような半導体パラメトリックテストシステムを利用した容量測定システムが用いられてきた。ここで、従来の容量測定システム 400 は、テストヘッド 406 内に、電圧または電流の供給及び／または測定を電流制限あるいは電圧制限の機能付きで行うソースメジャーユニット (SMU) 412 と、被測定対象あるいは被測定素子 (DUT) 414 からの入出力端子を選択したり SMU などの測定器との多様な測定パスを切り替える機能を持つスイッチマトリクス (SWM) 410 と、SMU と SWM を制御するテストヘッドコントローラ (TH コントローラ) 408 を備える。この容量測定システム 400 は、テストヘッド 406 のほかに、外部容量測定器 404 とコンピュータなどで構成される外部コントローラ 402 を備える。図 4 において、各ブロック間の接続線 420、422、424、426 は制御線を示し、接続線 430、431、432、434、436、438、440 は各ブロック間の測定に関わる接続線を示す。端子 450 は SWM 410 の外部接続端子、端子 452 及び 454 は、テストヘッドに備えられた複数の入出力端子のうち、DUT 414 との接続の形成をつかさどる入出力端子である (例えば、非特許文献 1 の p. 3、および、非特許文献 2 の p. 2-3 参照)。

【0003】

ここで、外部容量測定器 404 はテストヘッド 406 の外部に置かれ、外部コントローラ 402 との接続の関係で、外部コントローラと共にラックに收容され

る場合が一般的である。そのため、レイアウトの関係から、外部容量測定器 4 0 4 と SWM の外部接続端子 4 5 0 の接続には 4 m 程度のケーブルが必要となる。また、一例として外部容量測定器 4 0 4 には、A g i l e n t 4 2 8 4 A などのインピーダンスメータが用いられる。

【 0 0 0 4 】

なお、図 4 では、例えば外部容量測定器 4 0 4 と SWM 4 1 0 との間の接続線のように、各ブロック間の接続を模式的に 1 本あるいは 2 本の線で略して表現している。また、SMU 4 1 2 も複数チャンネル備えられている場合もある。なお、これ以外のブロック図についても同様である。

【 0 0 0 5 】

図 4 に示されるシステムで容量測定されるデータ転送のダイアグラムを図 5 に示す。この図で、縦軸は上から下に向かって時間の経過を模式的に示している。まず外部コントローラ 4 0 2 から TH コントローラ 4 0 8 に接続命令 1 5 0 2 が送信され、それを受けて TH コントローラ 4 0 8 は SWM 4 1 0 に接続命令 2 5 0 4 を送信する。TH コントローラ 4 0 8 は一定の待ち時間 W A I T 5 0 6 の後、外部コントローラ 4 0 2 に接続完了の確認メッセージ（接続 A c k）5 0 8 を返す。次に外部コントローラ 4 0 2 は容量測定命令 5 1 0 を外部容量測定器 4 0 4 に送信し、外部容量測定器 4 0 4 は測定を時間 5 1 2 をかけて行い、その結果を測定値送信 5 1 4 として外部コントローラ 4 0 2 に返す。ここで、外部コントローラ 4 0 2 には、非特許文献 2 の第 3 図に示されるような、2 素子モデルに基づく容量値が返される。

【 0 0 0 6 】

図 5 において、5 0 2，5 0 8，5 1 0，5 1 4 のデータ転送は、転送先が独立したコントローラあるいは測定機である。このため、各機器内で中央処理装置（C P U）が転送のプロトコルを管理して同期を取るため、中央処理装置をもたないモジュールである SWM との転送 5 0 4 と比べ転送時間が長くなっている。

【 0 0 0 7 】

また、外部容量測定器 4 0 4 が外部コントローラと同じラック中にあるため、

SWM4 1 0 間の測定線が 4 m と長くなり、測定時の待ち時間を短くできないし、測定を高精度にするには限界がある。また、テストヘッドに接続する被測定素子を収納したウエハプローバが近年大型化したことに伴い、この 4 m の測定線では短くてラックの配置に支障をきたす場合もある。

【0 0 0 8】

さらに、外部容量測定器 4 0 4 は D U T のゲート酸化膜等の回路モデルとして 2 素子モデルに換算した各要素の値を返すため、近年の被測定対象の中には、抵抗値が小さい場合にふさわしい 3 素子以上の端子モデルを用いた測定ができない（例えば、非特許文献 3 参照）。

【0 0 0 9】

【非特許文献 1】

ヒューレット・パッカード社、"HP4072A Advanced Parametric Tester with H P SPECS"、カタログ(英語)、米国、1 9 9 9 年

【非特許文献 2】

アジレント・テクノロジー社、"Agilent 4070 Series Accurate Capacitance Characterization at the Wafer Level"、アプリケーション・ノート 4070-2(英語)、米国、2 0 0 0 年

【非特許文献 3】

Mieko Matsumura, 他 1 名、"Negative-Capacitance Effect in Forward-Biased Metal Oxide Semiconductor", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39 (2000) pp.L123-L125, Part2, No.2B、2 0 0 0 年 2 月 1 5 日

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定を高速に測定する容量測定システムを提供することである。

【0 0 1 1】

本発明の別の目的は、半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定を高精度に測定することができる容量測定システムを提供することである。

【0 0 1 2】

本発明のさらに別の目的は、半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定を3素子以上の多素子のモデルに基づいても行うことができる容量測定システムを提供することである。

【0013】

本発明のさらに別の目的は、容量測定システムにおいて、テストヘッドと外部容量測定器との間の接続ケーブルに起因する配置の制約を解決したシステムを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するために、本発明による容量測定システムでは、被測定端子を接続する複数の入出力端子と、電圧または電流を供給するソースメジャーユニットと、インピーダンス測定機能を備えた容量測定ユニットと、複数の入出力端子と、ソースメジャーユニットと、容量測定ユニットとの間の接続を行うスイッチマトリクスを備えたテストヘッドを備えている。

【0015】

さらに、テストヘッドが、ソースメジャーユニットと容量測定ユニットとスイッチマトリクスを制御するテストヘッドコントローラを備えた態様や、テストヘッドが、容量測定ユニットの校正端子と、スイッチマトリクスの外部接続端子を備え、容量測定ユニットとスイッチマトリクスが、該校正端子と該外部接続端子を介して接続された態様も含む。

【0016】

さらに、本発明による容量測定ユニットは、被測定素子のインピーダンスの絶対値と位相とをテストヘッドコントローラに送信する態様と、テストヘッドに接続され、テストヘッドコントローラを制御する外部コントローラを備えた態様も含む。

【0017】

さらに、本発明による容量測定ユニットは、被測定素子のインピーダンスの実部と虚部の値をテストヘッドコントローラに送信する態様も含む。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1に本発明による実施態様の一つである容量測定システム100を示す。容量測定システム100はテストヘッド104と外部コントローラ102を備える。テストヘッド104は、SMU110と、容量測定ユニット(CMU)108と、SWM112とTHコントローラ106を備える。端子150はCMUの校正端子、端子152,154はテストヘッド104のDUT114との入出力端子を示す。なお、テストヘッド104には、複数の入出力端子が設けられ、各々SWM112に接続されている。さらに、各ブロック間の制御線120、122、124、126、及び、各ブロック間の測定用接続線128、130、132、134、136、138、140を備える。なお、図1では、各ブロック間の接続を模式的に1本あるいは2本の線で略して表現している。また、SMU110及び/またはCMU108は模式的に1チャンネルだけ表示したが、複数チャンネル備えることもできる。これらは以下のブロック図についても同様である。

【0019】

CMU108は外部容量測定器404のようなCPUを備えた独立した測定器ではなく、CPUを備えないテストヘッド内の一モジュールとして構成される。すなわち、従来は独立した測定器では多様な機能を備えるために多数のコマンドが用意され、それをプログラムに基づいてCPUで解釈していたために処理に時間がかかる。しかし、テストヘッド内のモジュール(CMU108及びSMU110)として構成されるのであれば、機能が限定できるためにゲートアレイ等を用いてハードウェア的に各種の機能を実装でき、高速に実行できる。さらに、独立した測定器では、接続対象を選ばないために、汎用的だが冗長なハンドシェークを実装する必要がある。これに対し、テストヘッド内のモジュールであれば、接続対象が限られているので、ハンドシェークの処理を最適化して高速かつインテリジェントに実行できる。また、CMU108は容量測定の結果として、インピーダンスの絶対値と位相あるいは実部と虚部をTHコントローラ106に返す機能も備えている。

【0020】

さらに、CMU108がテストヘッド104内に收容されたことにより、CM

U 1 0 8 と S W M 1 1 2 間の測定用接続ケーブル 1 3 0 は、テストヘッド 1 0 4 内で配線され、約 5 0 c m と短くて済む。この結果、図 4 における接続線 4 3 0 よりもはるかに短いので、測定待ち時間及び測定精度上、非常に有効である。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示されるシステムで容量測定されるデータ転送のダイアグラムを図 2 に示す。この図で、縦軸は、上から下へ時間の経過を模式的に示している。まず外部コントローラ 1 0 2 から T H コントローラ 1 0 6 に接続命令 1 2 0 2 が送信され、それを受けて T H コントローラ 1 0 6 は S W M 1 1 2 に接続命令 2 2 0 4 を送信する。外部コントローラ 1 0 2 は、接続命令 1 を送信した後、続けて T H コントローラ 1 0 6 に測定命令 1 を送信し、T H コントローラ 1 0 6 はそれを受け取り、先の接続命令 2 の送信から所定の待ち時間 W A I T 2 0 6 が経過したところで測定命令 2 2 0 8 を C M U 1 0 8 に送信する。C M U 1 0 8 は測定を期間 2 1 0 で行い、T H コントローラ 1 0 6 に測定結果を測定値送信 1 2 1 2 として送る。それを受けて T H コントローラ 1 0 6 は外部コントローラ 1 0 2 へ測定値送信 2 2 1 4 で測定値を返す。ここで、この容量測定システム 1 0 0 がゲート酸化膜等の回路モデルの 2 素子以外の多素子モデルに基づく容量値を測定する場合には、C M U 1 0 8 は測定値としてインピーダンスの絶対値と位相あるいは実部と虚部を T H コントローラ 1 0 6 に返す。

【 0 0 2 2 】

図 2 において、2 0 2、2 1 4、2 1 6 のデータ転送は、転送先が独立したコントローラであるため、T H コントローラ 1 0 6 内の C P U が転送のプロトコルを管理して同期を取るので、C P U をもたないモジュールである S W M 1 1 2 や C M U 1 0 8 との転送（2 0 4、2 0 8、2 1 2）と比べ転送時間が長くかかっている。しかしながら図 5 と比較すると、C P U を備えた機器間でのデータ転送が減っているために、全体のデータ転送時間を短縮することができる。

【 0 0 2 3 】

さらに、S W M 1 1 2 と C M U 1 0 8 が共に T H コントローラ 1 0 6 に接続された内部モジュールであるので、接続命令実行を確認する接続 A c k（図 5 における 5 0 8）も省略することができ、より一層の転送時間短縮をすることができ

る。その上、CMU 1 0 8 と SWM 1 1 2 の接続線が短いため、測定中の待ち時間を短縮することができ、測定 2 1 0 を図 5 の測定 5 1 2 よりも短くできた。

【0 0 2 4】

また、CMU 1 0 8 は特定の素子モデルに基づいた容量測定値を返すのではなく、被測定対象のインピーダンスの絶対値と位相あるいは実部と虚部を返すこともできるので、TH コントローラ 1 0 6 あるいは外部コントローラ 1 0 2 で 3 素子モデルあるいはいかなる素子モデルでの値に換算した容量値を得ることもできる。

【0 0 2 5】

図 3 に、本発明による別の実施態様に基づく容量測定システム 3 0 0 を示す。ここで、図 1 と同じ機能のブロックについては同じ参照番号で示してある。図 1 と異なる部分は、CMU 1 0 8 から SWM 1 1 2 への測定用接続線 1 3 0 が削除され、代わりにテストヘッド 3 0 4 に SWM 1 1 2 の外部接続端子 3 5 2 を設け CMU 1 0 8 と SWM 1 1 2 間を接続線 1 2 8, 3 3 0, 3 3 2 で接続している。一例として接続線 3 3 0 は約 2 0 c m のケーブルを用いている。

【0 0 2 6】

このように構成することにより、容量測定システム 3 0 0 においても図 2 のデータ転送ダイアグラムと同様な高速測定の効果を得ることができ、CMU 1 0 8 と SWM 1 1 2 間の接続は、図 4 の従来技術より実質的に短くすることができる。その上、測定中の待ち時間を短かくして、高精度な測定ができるほか、CMU 1 0 8 から校正端子 1 5 0 までの経路は校正済みであることから、より一層の高精度測定をすることができる。また、図 4 の従来の容量測定システムで測定されたデータとの相関を取りたい場合にも、SWM 1 1 2 の外部接続端子 3 5 2 に図 4 の外部容量測定器 4 0 4 と同等機を接続することで可能となる。

【0 0 2 7】

【発明の効果】

以上のように、本発明を用いることにより、特に請求項 1 ないし 3 及び 5 に基づけば、半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定を高速、高精度に行う容量測定システムを提供することができる。

【0028】

また、請求項3に基づけば、上記のほかに、従来システムとのデータの相関を容易にとることができる半導体パラメトリックテストシステムを利用した容量測定システムを提供することができる。

【0029】

さらに、請求項4あるいは6に基づけば、半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定をどのような素子モデルに基づいても行うことができる容量測定システムを提供することができる。

【0030】

その上さらに、請求項1ないし6に基づけば、容量測定ユニットがテストヘッド内に収納されたことにより、テストヘッドと外部容量測定ユニットを接続する接続線をレイアウト面の要求では長くしたいが、測定精度面での要求では短くしたい、という相反する要求を解決し、測定を高精度にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による実施態様の一つを示すブロック図である。

【図2】 図1における測定動作時のデータ転送を示すダイアグラムである。

【図3】 本発明による別の実施態様好適実施例を示すブロック図である。

【図4】 従来技術の容量測定システムを示すブロック図である。

【図5】 図4における測定動作時のデータ転送を示すダイアグラムである。

【符号の説明】

- 100：容量測定システム
- 102：外部コントローラ
- 104：テストヘッド
- 106：テストヘッドコントローラ
- 108：容量測定ユニット
- 110：ソースメジャーユニット
- 112：スイッチマトリクス
- 114：被測定素子
- 120、122、124、126：制御線

1 2 8、1 3 0、1 3 2、1 3 4、1 3 6、1 3 8、1 4 0、3 3 0、3 3 2：

接 続 線

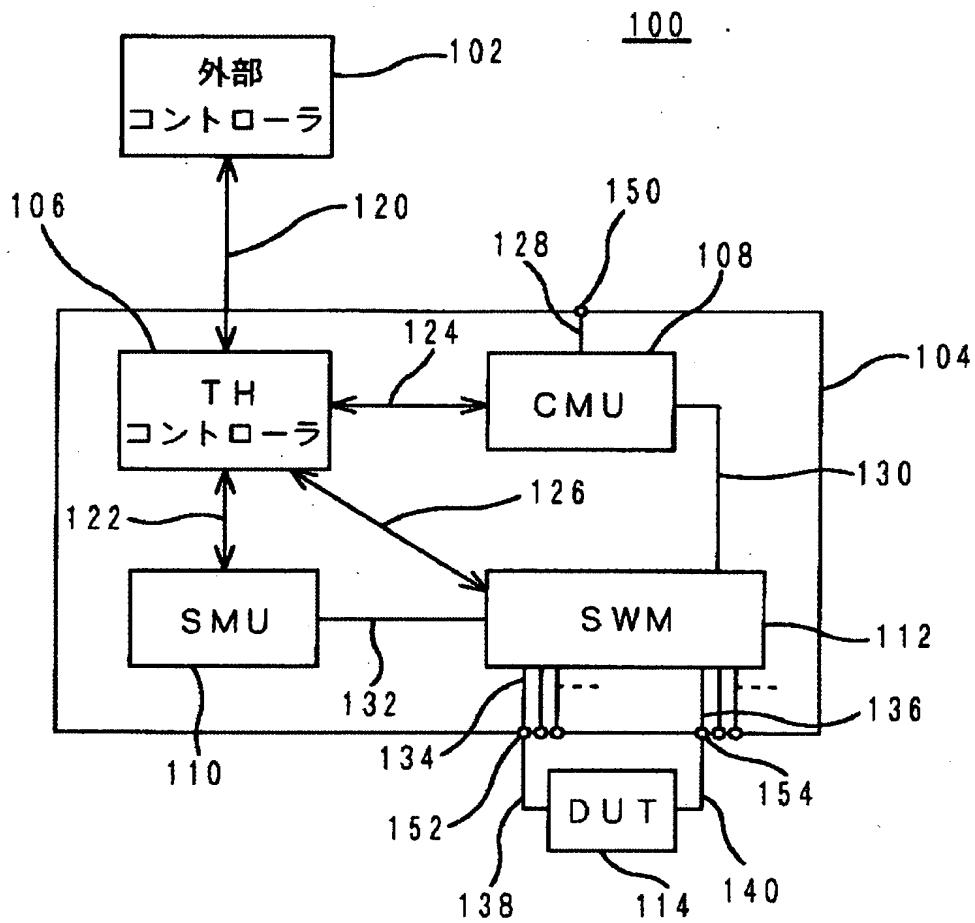
1 5 0：CMU 校 正 端 子

1 5 2、1 5 4：入 出 力 端 子

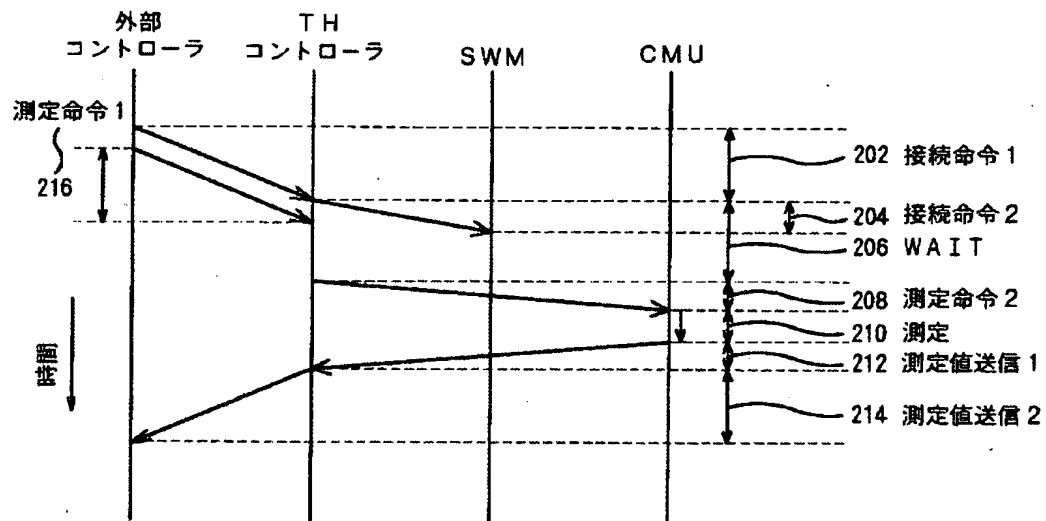
3 5 2：SWM 外 部 接 続 端 子

【書類名】 図面

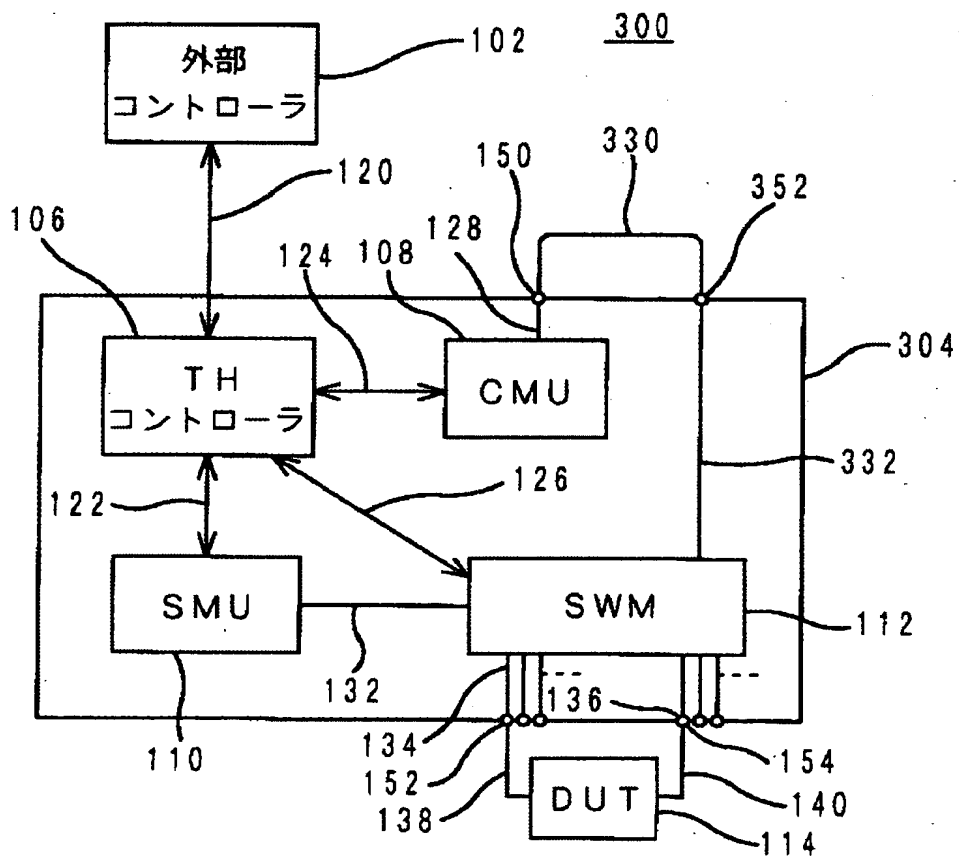
【図 1】



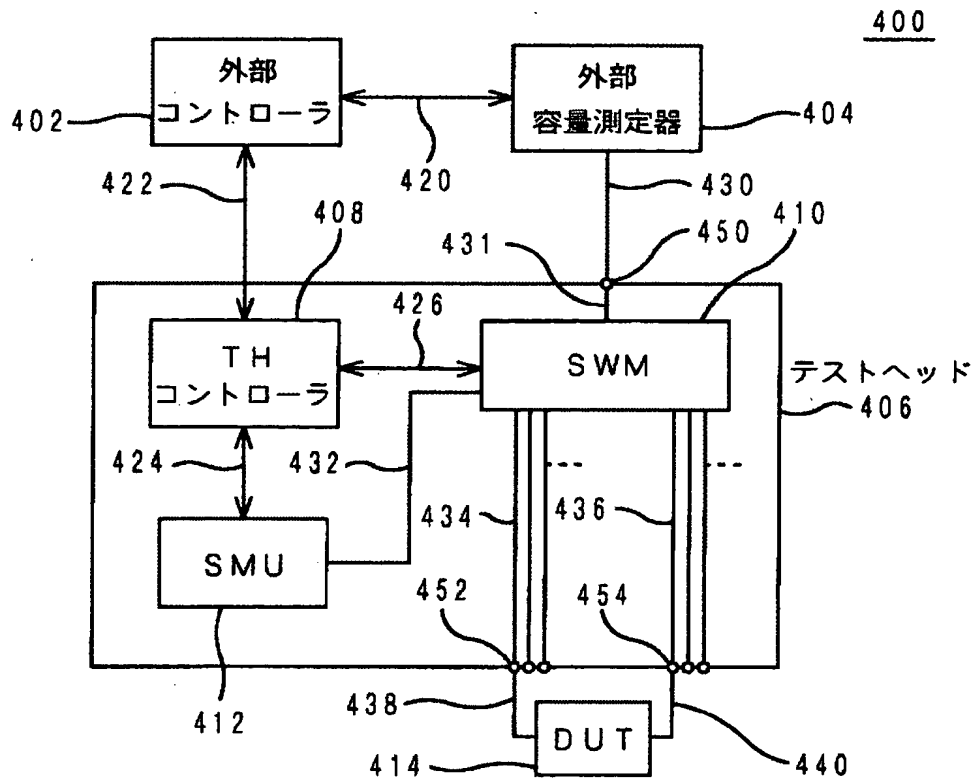
【図 2】



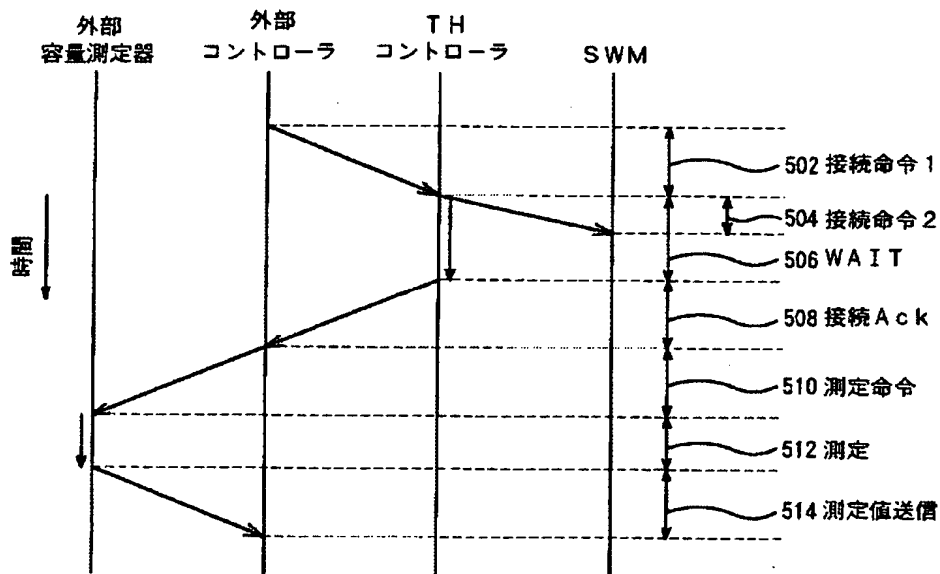
【圖 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】半導体パラメトリックテストシステムを利用し、容量測定を高速に測定する容量測定システムを提供する。

【解決手段】本発明による容量測定システムでは、被測定素子 1 1 4 を接続する複数の入出力端子 1 5 2, 1 5 4 と、電圧または電流を供給するソースメジャーユニット 1 1 0 と、インピーダンス測定機能を備えた容量測定ユニット 1 0 8 と、複数の入出力端子と、ソースメジャーユニットと、容量測定ユニットとの間で多様な接続を行うスイッチマトリクス 1 1 2 を備えたテストヘッド 1 0 4 を備える。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-350405
受付番号	50201824821
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年12月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月 2日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000121914]

1. 変更年月日	1999年11月 1日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都八王子市高倉町9番1号
氏 名	アジレント・テクノロジー株式会社